

## ANALISIS KOMUNIKASI SERAT OPTIK YANG MENGGUNAKAN FORMAT QPSK (QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING) DENGAN SKEMA SCM (SUB CARRIER MULTIPLEXING)

Clara Adila<sup>1</sup>, A Hambali<sup>2</sup>, Mamat Rokhmat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Perkembangan teknologi khususnya di bidang transmisi telah membawa manusia kepada ditemukannya sistem jaringan komunikasi dengan serat optik. Kebutuhan transmisi kecepatan tinggi dan transmisi jarak jauh dengan menggunakan serat optik semakin meningkat. Oleh karena itu penulis mencoba menganalisis desain optimal sistem yang memenuhi kebutuhan tersebut, yaitu sistem komunikasi serat optik dengan menggunakan format modulasi QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) yang kemudian akan dikombinasikan dengan skema SCM (Sub Carrier Multiplexing). Teknik multipleksing ini menawarkan banyak keuntungan, antara lain kemampuan untuk membawa kapasitas yang lebih besar pada lebar pita yang sama, harga efektif komponen, dan layanan modulasi yang tinggi. Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis numerik dari sistem berdasarkan grafik yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan program Matlab 7.0.1. Analisis yang dilakukan berdasarkan parameter BER (Bit Error Rate) dan daya keluaran sistem yang telah dirancang. Kemudian dibandingkan dengan sistem yang sebelumnya telah dibuat, yaitu dengan menggunakan dua kanal.

Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem yang dibuat sebelumnya lebih baik daripada sistem yang dibuat pada Tugas Akhir ini. Penilaian yang dilakukan berdasarkan parameter BER dan daya keluaran. Adapun nilai BER pada Tugas Akhir ini adalah  $\pm 3.59 \times 10^{-15}$  untuk kanal 1,  $\pm 3.02 \times 10^{-14}$  untuk kanal 2, dan  $\pm 6.613 \times 10^{-13}$  untuk kanal 3.

Kata Kunci : -

### Abstract

The developing of technology especially in transmission has bring people to find communication network system with optic fiber. The need of high speed and long distance transmission is increasing. Because of that the writer try to analyze optimum design system who fulfill that needed, which is optic fiber communication system using Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) modulation format combine with Sub Carrier Multiplexing (SCM). This multiplexing technique offers many benefit, such as has bigger capacity in same bandwidth, the component effective cost, and high modulation service.

In this assignment is doing numeric analysis based on graph from simulation result using Matlab 7.0.1 program. The analysis is based on Bit Error Rate (BER) parameter and output supply system. Next, compare with the system that has made before, which used two channels. The analysis result shows that the system that has made before is better than the system that made in this assignment. The parameter is based on BER and output supply. BER value in this assignment is  $\pm 3.59 \times 10^{-15}$  for channel 1,  $\pm 3.02 \times 10^{-14}$  for channel 2, and  $\pm 6.613 \times 10^{-13}$  for channel 3.

Keywords : -

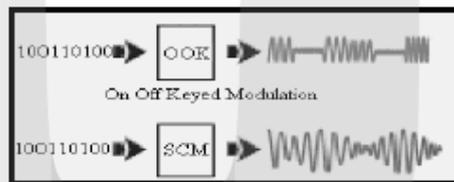
# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Pembangunan jaringan transmisi dengan menggunakan teknologi optik dan transmisi *digital* semakin pesat dalam beberapa tahun ini. Keunggulan teknologi serat optik dan transmisi *digital* telah membawa perkembangan baru pada jaringan jarak jauh. Keterbatasan lebar pita dan kapasitas data dapat diatasi dengan menggunakan serat optik, yang mana telah diketahui keunggulannya sebagai media transmisi.

Dewasa ini, kebutuhan laju data yang tinggi dan kebutuhan perangkat yang dapat beroperasi pada kecepatan lebih dari 10 Gbps semakin meningkat. Untuk mengatasi masalah tersebut bisa digunakan skema multiplexing SCM pada komunikasi optik



Gambar 1.1 sinyal modulasi OOK dan SCM<sup>[1]</sup>

Gambar diatas menunjukkan sinyal modulasi OOK dan SCM. Optik SCM dianalogikan sebagai OFDM (*Optical Frequency Division Multiplexing*) yang menawarkan keuntungan lebih banyak dibandingkan teknik multiplexing SONET (*Synchronous Optical Network*), diantaranya kapasitas yang lebih besar pada lebar pita yang sama, dan peningkatan fleksibilitas jaringan. SCM juga menawarkan efisiensi *spektral* yang lebih baik dibandingkan sistem WDM. Selain itu SCM juga tahan terhadap dispersi optik.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis numerik terhadap suatu sistem komunikasi serat optik menggunakan format QPSK dengan skema SCM. Sistem komunikasi ini merupakan sistem komunikasi optik seperti biasanya, hanya saja pada sistem komunikasi ini terdapat dua proses modulasi, yaitu modulasi pada RF dan modulasi optik. Proses modulasi pada RF digunakan modulasi QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*). Sedangkan modulasi optik yang digunakan adalah modulasi OSSB (*Optical Single Side Band*). Hasil modulasi pada RF ini selanjutnya akan menjadi sinyal info untuk modulasi optik. Inilah yang disebut SCM (*Sub Carrier Multiplexing*).

Salah satu keuntungan SCM adalah perangkat gelombang mikro yang lebih matang dibandingkan perangkat optik. Seperti modulasi QPSK pada frekuensi gelombang mikro dibandingkan frekuensi optik. Dengan menggunakan format QPSK, gelombang akan dimodulasikan secara elektrik dengan PSK modulator (*Phase Shift Keying modulator*) sehingga tiap gelombang yang ditransmisikan dapat direpresentasikan ke dalam dua bit transmisi dalam waktu yang sama. Dengan kata lain, laju bit yang sebenarnya sama dengan dua kali kecepatan modulasi. Berikut merupakan keunggulan sistem komunikasi optik dengan menggunakan modulasi QPSK dengan skema multipleksing SCM :

1. Dalam lebar pita yang sama dapat menghasilkan kapasitasnya lebih besar.
2. Meningkatkan dan menambah fleksibilitas jaringan.
3. Menyediakan efisiensi spektral lebih baik daripada WDM.
4. Mampu dan kebal terhadap dispersi serat.

SCM juga menawarkan fleksibilitas yang lebih baik dimana banyak pelanggan dapat lebih mudah ditambahkan ke dalam jaringan. Pemanfaatan kanal data pada jaringan optik memiliki peranan yang sangat penting, termasuk pengalamatan paket, penghapusan label untuk semua label optik yang akan ditukar, monitoring performansi dengan menggunakan *subcarrier* dan jaringan *management control*.

## **I.2. Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dirumuskan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mendefinisikan metode pengukuran modulasi QPSK dan multipleksing SCM.
- 2) Menganalisis melalui model dan gambar sinyal mengenai format modulasi QPSK pada skema SCM. Tugas Akhir ini menggunakan bantuan program Matlab 7.0.1.
- 3) Evaluasi kinerja, meneliti dan menganalisis hasil keluaran dari sistem yang diamati berdasarkan simulasi yang dibuat berdasarkan parameter BER dan daya keluaran.

### I.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan Tugas Akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan dalam Tugas Akhir ini hanya mencakup hal-hal berikut :

- 1) Menggunakan serat optik sebagai media transmisi sehingga dapat mengirimkan data dengan kapasitas besar.
- 2) Menggunakan serat optik jenis *single mode* jenis NZDSF (*Non Zero Dispersion Shifted Fiber*) dengan redaman serat sebesar 0.23 dB/km.
- 3) Menggunakan 3 kanal masukan dalam perencanaan sistem, yaitu 1 STM-1 dengan laju bit 155.52 Mbps, STM-4 dengan laju bit 620.08 Mbps, dan STM-16 dengan laju bit 2480 Mbps.
- 4) Menggunakan SCM sebagai skema multipleksing.
- 5) Format modulasi yang digunakan adalah QPSK.
- 6) Menggunakan *laser* sebagai modulator dalam proses modulasi.
- 7) Panjang transmisi 350 km.
- 8) Laju bit yang digunakan sebesar  $\pm 3,3$  Gbps.
- 9) Menggunakan penguat optik EDFA sebagai *repeater* tanpa membahas bagaimana cara membuat karakteristik perangkat tersebut secara mendalam.

#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian dan pengembangan Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Menganalisis hasil keluaran modulasi QPSK dengan skema SCM.
- 2) Menganalisis performansi sistem berdasarkan parameter BER dan daya keluaran.
- 3) Menganalisis hasil penelitian sebelumnya untuk dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan sekarang.

#### 1.5. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Studi literatur  
Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan sistem pengenalan ucapan melalui pustaka-pustaka yang bersangkutan baik berupa buku, *internet*, maupun jurnal ilmiah.
- 2) Pemilihan metode yang akan digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini.
- 3) Perancangan sistem dengan menggunakan program Matlab 7.0.1.
- 4) Melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menguji kemampuan sistem.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi :

- Bab I : PENDAHULUAN  
Bab ini berisi pemaparan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir ini.
- Bab II : DASAR TEORI (KOMUNIKASI SERAT OPTIK, SCM, DAN QPSK)  
Pada bab ini berisikan tentang dasar-dasar teori yang diperlukan serta literatur-literatur yang mendukung dalam .

Bab III : PEMODELAN SISTEM

Bab ini berisi alur pengerjaan sistem QPSK dengan menggunakan skema SCM. Dalam pengerjaannya, Tugas Akhir ini menggunakan bantuan program Matlab 7.0.1.

Bab IV : ANALISIS GRAFIK DAN PERFORMANSI SISTEM

Pada bab ini dibahas tentang hasil dan analisis hasil keluaran QPSK dengan skema SCM. Analisis yang dilakukan berdasarkan hasil grafik dan analisis numerik.

Bab V : PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian dan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan Tugas Akhir ini selanjutnya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian grafik dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan sistem  $M(=2)$ -ary pada format QPSK, data dikompres ke dalam lebar pita yang tersedia dengan nilai yang sama, dengan faktor-2 sehingga mengurangi kebutuhan lebar pita.
2. Daya keluaran maksimum MZ modulator terjadi pada 255.8 dBm yaitu pada saat  $t=0.01$  detik.
3. Daya minimum yang dapat di deteksi APD sebesar 55,17 dBm.
4. Nilai BER untuk tiap jarak transmisi yaitu pada jarak 50 km, 100 km, 150 km, 200 km, 250 km, 300 km, 350 km pada tiap kanal berubah-ubah. Makin jauh jarak transmisi yang ditempuh, makin besar pula BER yang diperoleh. Pada kanal 1, BER yang dihasilkan berkisar  $\pm 3.59 \times 10^{-15}$ . Pada kanal 2, nilai BER yang dihasilkan berkisar  $\pm 3.02 \times 10^{-14}$ . Sedangkan pada kanal 3, nilai BER yang dihasilkan berkisar  $\pm 6.613 \times 10^{-13}$ .
5. Performansi sistem yang diperoleh dari penelitian sebelumnya lebih baik dibandingkan performansi sistem pada penelitian Tugas Akhir ini. Performansi ini didasarkan dari nilai BER dan daya yang diterima.

#### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Parameter performansi yang dianalisis lebih mendetail, seperti SNR dan interferensi dengan tidak mengabaikan parameter dispersi dan distorsi dalam perhitungan.
2. Penggunaan dua kanal pada sistem yang sama lebih dianjurkan daripada penggunaan tiga kanal.

3. Penggunaan teknik modulasi lain, seperti QAM, 16-PSK, yang kemudian dibandingkan kinerjanya dengan format modulasi yang telah dibuat.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berceli, T., (1994). New Methods For Subcarrier Type Optical Reception Applying New Single Sideband Optical-Microwave Mixers, IEEE MTT-D Digest, Paper WE3F-52, 1125-1128.
- [2] Fauzi, S., A., “Tugas Akhir: Analisis Kinerja Sistem Format Modulasi Optik Pada Sistem Lightwave Berkecepatan Tinggi”, STT Telkom, Bandung, 2006
- [3] <http://www.apcc2003@imedia.upm.edu.my>. *Design of an Optical Fiber Link Employing QPSK Format with SCM Scheme*. Malaysia.2003
- [4] [http://www.ittc.ku.edu/research/thesis/renxiang\\_huang\\_thesis.pdf](http://www.ittc.ku.edu/research/thesis/renxiang_huang_thesis.pdf)
- [5] <http://opto.inescn.pt/Communications.htm> Henrique M.C.F. Salgado, *Optical Communications*
- [6] Keiser, Gerd. 2000. *Optical Fiber Communications 3<sup>rd</sup> Edition*. Singapura: McGraw-Hill.
- [7] Oktaviana, Devi. “Tugas Akhir : Simulasi Kinerja Sistem Komunikasi Menggunakan Alamouti Code”. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya. 2006.
- [8] \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Optical Access Network: level-1 Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik*. Bandung: PT. Telkom.
- [9] Rossi, G., Dimmick, T.E., and Blumenthal, D.J., (2000, December). *Optical Performance Monitoring in Reconfigurable WDM Optical Networks Using Subcarrier Multiplexing*, Journal of Lightwave Technology, Volume: 18, Issue: 12, 1639-1647.
- [10] Rossi, G., Jerphagnon, O., Olsson, B. E., Blumenthal, D.J., (2000, July). *Optical SCM Data Extraction Using Fiber-Loop Mirror for WDM Network Systems*, IEEE Photonics Technology Letters, Volume: 12, Issue: 7, 897-899.
- [11] Savage, N. (2001, June). Herwig Kogelnik [Biography]; IEEE Medal of Honour, IEEE Spectrum, Volume: 38, Issue: 6, 1088-1090.
- [12] Sugito., Diktat Kuliah Sistem Komunikasi Optik. STT Telkom. 2003

- [13] Sumajudin, Bambang. , Prasetya Budi. *Diktat Kuliah Sistem Komunikasi 1 (EE3314)*. STT Telkom Bandung, 2003
- [14] Sururi, Wahid. , “Tugas Akhir : *Perencanaan Sistem Komunikasi Optik Menggunakan Sub-Carrier Multiplexing (SCM) untuk Transmisi Video Broadcast dan Data Digital pada Jaringan*”, STTTELKOM Bandung, 2007.
- [15] Tarigan, Fitriani., “*Tugas Akhir: Simulasi Modulator Mach Cehnder pada jaringan LAN STT Telkom*”, STT Telkom. Bandung. 2007.

